

Вестник ТвГУ. Серия "География и Геоэкология". 2019 № 1 (25). С.50-61.

УДК 577.4 + 581.524

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2019-1-50-61>

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ

О.А. Тихомиров¹, Е.А.Тихомирова²

¹ Тверской Государственный университет, Тверь

² Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург

В статье рассматриваются современные геоэкологические проблемы разработки залежей нефти, её транспортировки и влияния на окружающую природную среду. Приводится понятие геоэкологической проблемы, определение ландшафтно-геоэкологической системы. В ходе исследования антропогенных изменений предлагается использование эколого-географического анализа ландшафтно-геоэкологических систем.

Ключевые слова: *геоэкологические проблемы, природно-антропогенные процессы, ландшафтно-геоэкологические системы, современные технологии разработки залежей, сверхтяжелые нефти, влияние на окружающую среду.*

Возникновение геоэкологических проблем определяется глубокой трансформацией географического пространства, природных компонентов и ландшафтно-экологических комплексов под воздействием человека. Разработка месторождений полезных ископаемых, развитие трубопроводного транспорта, так или иначе, охватывает значительную часть регионов России и является важным фактором изменения природной обстановки. Формы и последствия воздействия на окружающую среду сложны и многообразны, носят комплексный характер и во многих случаях связаны со способами добычи и видом трубопроводной транспортировки сырья.

Под геоэкологической проблемой понимается глубокая комплексная трансформация природных компонентов пространства и ландшафтно-экологических систем, ведущая к снижению природно-ресурсного потенциала и хозяйственных возможностей территории. Возникающие в результате реализации определенной хозяйственной функции природно-антропогенные ландшафтно-геоэкологические системы обладают сходными природными условиями, однотипным набором антропогенных воздействий и геоэкологических последствий. Результирующие последствия проявляются в виде природно-антропогенных процессов, влияющих на функционирование и экологическое состояние ландшафтов. Степень деградации природной среды формирует определенный уровень кризисности экологического состояния (напряженности, остроты экологической проблемы или ситуации). Разработка месторождений нефти и газа, строительство и эксплуатация

трубопроводов сопровождается рядом природно-антропогенных процессов, к которым следует отнести разрушение земель горно-промышленными разработками, ускоренную эрозию, дефляцию, дегумификацию, уплотнение, изменение химического состава, водно-физических свойств почв [13,14], ухудшение санитарно-гигиенических свойств территории, снижение продуктивности экосистем в результате загрязнения. Степень деградации и острота экологических проблем тесно связаны с интенсивностью (слабой, умеренной, сильной, кризисной, катастрофической) протекания природно-антропогенных процессов. Сходство природно-антропогенных процессов, однотипные геоэкологические последствия позволяют прогнозировать уровень трансформации природной среды и разрабатывать природоохранные рекомендации в ходе решения геоэкологических проблем. Обзор литературных источников позволяет выделить ряд геоэкологических проблем регионов России и предложить критерии классификации геоэкологических проблем:

- по способу добычи и транспортировки нефте- и газопродуктов;
- по уровню трансформации природных компонентов;
- по уровню трансформации ландшафтно-экологических систем;
- по необратимости или обратимости изменений;
- по уровню санитарно-гигиенического состояния среды;
- по степени нарушенности природно-ресурсного потенциала и хозяйственного использования территории;
- по интенсивности природно-антропогенных процессов;
- по масштабу и кризисности (напряженности, остроте) проявления.

Рассмотрим несколько сценариев формирования геоэкологических проблем, связанных с разработкой месторождений и нефтяной промышленностью.

Ухудшение качества гидроресурсов. Зачастую вначале эксплуатации месторождения нефти запас пластовой энергии позволяет отбирать флюид из залежи без применения методов интенсификации нефтеотдачи (без привноса дополнительной энергии, химических агентов). На этом этапе разработки резко снижается пластовое давление, падает напорный уровень пластовых вод. Следующий этап разработки, на котором энергии пласта становится недостаточно для извлечения нефти на поверхность земли, характеризуется применением систем поддержания внутрипластового давления и законтурным заводнением залежи. Использование для целей поддержания пластового давления нефтепромысловых рассолов существенно изменяет гидрогеодинамическую обстановку нефтегазоносного бассейна, оно сопровождается перераспределением пластовых давлений в продуктивных и смежных с ними пластах, изменением направления и ростом скоростей движения подземных вод, усилением вертикальной фильтрации и перетоков между водоносными комплексами осадочного чехла вплоть до земной поверхности. Таким образом, за счет взаимодействия нагнетаемых инородных жидкостей с

пластовыми водами и породами и восходящей миграции глубинных рассолов существенно меняется гидрогеохимический разрез залежи, может происходить засоление подземных вод близповерхностных горизонтов [1].

Также на промысле распространена практика отбора воды для заводнения из приповерхностных водоносных горизонтов (пресных межпластовых вод, не имеющих выхода на поверхность, в том числе, используемых для питья). Интенсивная эксплуатация такого источника может приводить к истощению запасов пресных пластовых вод вышележащих горизонтов и попаданию нефтепродуктов в отбираемую воду вследствие некачественного цементирования обсадных колонн, негерметичности резьбовых соединений и коррозии металла обсадных труб [10].

Не менее значительно влияние поверхностных источников загрязнения: уже с первых лет разработки месторождений углеводородов начинают развиваться процессы загрязнения солями и нефтепродуктами пресных подземных вод зоны гипергенеза от нефтепромысловых объектов, нефте- и рассоловодов в зоне аэрации. Подобная ситуация сложилась на Шкаповском месторождении Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна в 60-х годах прошлого века: в долине р. Базлык в известняках и перекрывающих их глинах был сооружен пруд-отстойник для промыслового $\text{Cl} - \text{Ca} - \text{Na}$ рассола емкостью около 30 тыс. м³; сброс рассолов минерализацией 270 г/дм³ осуществлялся в течение 5 лет. Предполагалось, что глинистые породы будут экранировать пруд от пресных подземных вод, но уже в первый год после его создания произошло засоление источников в с. Базлык, расположенном в 2 км ниже пруда. Интенсивная фильтрация в глинах связана с высокими вертикальными градиентами гидростатического давления в них и с тем, что глины более проницаемы для рассолов, чем для пресной воды. Сброс рассолов был остановлен, начался его длительный промыв талыми и дождевыми водами, но на установление близких к природным геохимических условий потребовалось около 40-50 лет, а полное восстановление до сих пор не было достигнуто [1].

Воздействие на мерзлотные экосистемы. Значительные запасы углеводородов (38% месторождений [17]) в России сосредоточены в зоне многолетнемерзлых пород (криолитозоне), развитие нефтегазодобычи в этих областях является одним из приоритетных направлений в этой отрасли на сегодняшний день. Мерзлотные экосистемы чувствительны к техногенному воздействию, в суровых климатических условиях самоочищение водных ресурсов и восстановление исходных природных условий требует более длительного времени. Согласно исследованиям [8], даже локальное антропогенное воздействие (вытапывание, выпас домашнего скота, вырубки леса, огороды, луга) приводят к усилению эмиссии парниковых газов биогенного происхождения (CO_2 , N_2O), было зафиксировано возрастание почвенной эмиссии по сравнению с контролем на 11% в летнее время и на 48,4% в осеннее [8].

Эмиссия различных элементов и соединений от промышленных объектов добычи газа влечет за собой их поступление в высокочувствительные тундровые системы. Одни элементы/соединения могут ингибировать биоту тундровых систем, другие, напротив, могут выполнять функцию питательных веществ для растений и разнообразных групп почвенных организмов. По характеру воздействия на природную среду выделяются группы веществ: кислотообразующие (соединения серы и азота), эвтрофирующие (соединения фосфора и азота), загрязняющие (соли тяжелых металлов, органические соединения, нефтепродукты) [3]. На территории месторождений наблюдается повышенное содержание нефтепродуктов, содержания никеля, меди, цинка и ртути могут превышать фоновый уровень в 1,5 – 4,8 раз [12]. Биофильные элементы – азот и фосфор – усваиваются лишайниками и усиливают рост их биомассы: на эксплуатационном объекте ООО «Газпром Добыча Ямбург» было определено, что в радиусе 200-500 м от установки комплексной подготовки газа (источника загрязняющих веществ) диапазон высот лишайников достиг 9-12 см, тогда как в ненарушенной тундре значение высот варировалось в пределах 4-6 см [3].

В условиях многолетней мерзлоты эксплуатация месторождений углеводородного сырья требует принятия мер по надежной теплоизоляции скважин от мерзлых пород во избежание протаивания последних и нарушений конструкции и герметичности скважины и устьевого оборудования. Однако просадка грунта и образование областей таяния вечной мерзлоты остается одной из наиболее актуальных проблем нефтедобычи в северных регионах. Выносимый из глубоких горизонтов флюидами тепловой поток в совокупности с тепловым воздействием от производимых технологических операций в скважине и на поверхности земли изменяет термический градиент геологического разреза и почвенного покрова. Тепловое воздействие на мерзлые горные породы, в свою очередь, может приводить к изменениям геологической структуры, биогеохимического состояния почв.

Воздействие разработки битумов и сверхтяжелых нефтей. Интенсивная выработка месторождений легкой нефти в России потребовала проведения широких исследований по поиску запасов тяжелой нефти и битумов. Геологические запасы в России высоковязкой и тяжелой нефти достигают 6-7 млрд т (40-50 млрд баррелей).

К основным технологиям добычи нефти относятся открытый и скважинный способы (газолифтный, насосный, фонтанный), использование которых ведет к разнообразной трансформации природной среды [1].

«Холодная добыча» - технология без термического воздействия; применяется там, где депрессии на пласт достаточно для извлечения битуминозного песка из залежи.

В России наиболее распространен внутрипластовый скважинный метод добычи природных битумов, который осуществляется при тепловом воздействии на пласт посредством нагнетания пара или внутрипластового горения. В настоящее время в мире за счет тепловых методов (в основном – пара) добывается около 85 млн. т высоковязкой нефти и битумов, что составляет около 70% от всей нефти, добываемой методами увеличения нефтеотдачи [15].

Республика Татарстан располагает крупнейшими в России запасами природных битумов, основной объем добычи которых ведется методом внутрипластового горения. При внутрипластовом горении выделяется значительное количество углекислого газа, горные породы, находящиеся около очага горения, под влиянием высокой температуры (до 500-700⁰С) спекаются, меняется их структура и минеральный состав, может наблюдаться проседание пластов [4].

Добыча природных битумов при закачке пара ведется в Татарстане в основном с использованием скважин вертикального бурения. На Мордовско-Кармальском месторождении опробована технология добычи битумов посредством скважин горизонтального бурения, работающих в пароциклическом режиме [15].

Для добычи битумосодержащих дорожно-строительных материалов из неглубоко залегающих битумных скоплений с малой концентрацией применяется карьерный способ добычи (Васильевское, Спиридоновское месторождения). Небольшие запасы этих месторождений сдерживают в Татарстане использование карьерного способа добычи битумов, который ведется на глубине менее 76 м [15].

Также из-за относительно небольших запасов отдельных месторождений мало приемлем в республике **шахтный способ** добычи природных битумов, практиковавшийся на Шунгуровском и планировавшийся на Сугушлинском и Подлесном месторождениях [15].

Способ добычи нефтепродуктов определяет уровень трансформации природных компонентов и ландшафтно-экологических систем. Выделяются сильноизмененные ландшафтно-геоэкологические системы с глубокой трансформацией, формирующиеся в условиях открытого способа разработки, с необратимыми природно-антропогенными изменениями. Другая группа геоэкосистем умеренно- и слабоизмененные, с преобладанием умеренной и слабой трансформации природных компонентов в случае подземных способов разработки пластов. Открытая разработка (карьерный способ) ведет к полному уничтожению природных компонентов и ландшафтно-экологических систем (наиболее высокий уровень трансформации). Создание транспортной сети дорог и широкое использование (большегрузных самосвалов, экскаваторов и др.) техники расширяет территорию глубоких изменений и усиления природно-антропогенных процессов, затрагивающих отдельные компоненты ландшафта (уплотнение и дегумификацию почв, ускоренную эрозию,

дефляцию, засоление, изменение химического состава, водно-физических свойств, ухудшение санитарно-гигиенических свойств территории, снижение продуктивности почв в результате загрязнения). На уровне ландшафтно-экологических систем возможно развитие процесса антропогенного «опустынивания» в условиях неаридных ландшафтов.

При скважинном (газлифтном, насосном) и шахтном способах добычи нефти антропогенные нарушения частично затрагивают земную поверхность (приводят к изменению отдельных природных компонентов). При этом природно-антропогенные процессы и изменения носят во многом обратимый характер. В то же время последствиями этих способов разработки являются нарушение абиотического каркаса ландшафта (геологической структуры, состава и свойств горных пород).

Возможно выделить первичные и вторичные природно-антропогенные процессы, связанные с последовательностью видов хозяйственной деятельности. Первичные природно-антропогенные процессы связаны с воздействием на компоненты в процессе обустройства месторождения и бурения (трансформация рельефа, накопление загрязняющих веществ в почве, поверхностных и подземных водах за счет буровых растворов и нефти, загрязнение атмосферного воздуха, накопление отходов производства и др.). Вторичные природно-антропогенные процессы развиваются в ходе эксплуатации нефтяного месторождения. К ним следует отнести природно-антропогенные деградационные процессы в абиотическом каркасе ландшафта (литосфере) (провалы, землетрясения, обвалы). Сюда же следует отнести аккумуляцию загрязняющих веществ во всех компонентах ландшафтно-экологической системы. Большую роль в накоплении парниковых газов и загрязнении атмосферы играет сгорание попутного газа. В факельных установках образуется сотни тонн окиси углерода, оксида азота, диоксида серы, сероводорода, продуктов неполного сгорания углеводородов (2,5).

Транспортировка нефтепродуктов. Различают магистральные и промышленные трубопроводы. Магистральные трубопроводы доставляют продукты от места их добычи до места потребления и переработки. К технологическим трубопроводам относят промышленные трубопроводы, транспортирующие продукты, обеспечивающие технологические процессы. При добыче нефти местные (промысловые) трубопроводы оказывают площадное антропогенное давление на окружающую природную среду, при этом зона влияния определяется характером линейной части трубопровода (линейные одиночные, многониточные, кольцевые и др.). В России протяженность магистральных газонефтепроводов составляет более 200 тыс. км, из них нефтепроводы составляют 70 тыс. км [6]. Многообразное антропогенное воздействие проявляется в виде: 1) прямого уничтожения природных ландшафтно-экологических систем в результате строительства объектов инфраструктуры (дорожной сети, трубопроводной сети,

компрессорных станций и др.); 2) фрагментации природных ландшафтов в результате преобразования природной среды в урбанизированные ландшафты (строительство населенных пунктов), рекультивированные ландшафты и др. со сменой социально-экономической функции (направления природопользования); 3) загрязнения всех компонентов (почв, поверхностных вод, донных отложений, атмосферного воздуха и др.) ландшафтно-экологической геоэкосистемы (загрязнение нефтью при эксплуатации и аварийных разливах, буровыми растворами); 4) нарушения системных связей (в первую очередь в биотической части экосистем) за счет усиления природно-антропогенных процессов (заболачивания, эрозии, засоления, суффозии, накопления парниковых газов в атмосфере и др.) и условий местообитания животных и растений.

Тверская область располагается в зоне многоканальных сообщений России, на перекрестке важных международных коммуникаций, предопределяющих остроту транспортных экологических проблем. По Тверской области проходит участок магистрального трубопровода Сургут-Полоцк протяженностью 441 км. В регионе работают 4 нефтеперекачивающих станции и 7 подводных переходов через реки, в том числе через Волгу и Западную Двину. Возникающие экологические проблемы во многом связаны с транзитными коммуникациями, концентрацией экологически опасных объектов (для природных компонентов, лесных, сельскохозяйственных, рекреационных ландшафтов, здоровья человека и др.). Коммуникации занимают значительные площади, пересекают сельскохозяйственные угодья, являются источниками потенциальной взрыво- и пожароопасности. Многонитчатые трубопроводы вместе с охранными зонами образуют «транспортные энергокоридоры». Охранные и буферные зоны с 2-х сторон от трубопроводной полосы занимают от 100 м до 500 м в селитебной зоне [16].

В России происходит ежегодно более 60 крупных аварий (а с учетом промысловых – до 20 тыс.) на трубопроводах. Только на территории ХМАО ежегодно на землю попадает до 2 млн т нефти, вследствие износа трубопроводов с частотой 1,5-2 разрыва на 1 км. По экспертным данным, в Зап. Сибири загрязнено от 700 до 840 тыс. га земель нефтепродуктами. Результатом строительства и эксплуатации трубопроводов являются не только антропогенные изменения и потенциальные экологические проблемы, но и смена хозяйственной функции территории. С.И.Яковлева в своем исследовании [16] приходит к выводу, что «транспортные коридоры, пересекающие Тверскую область являются факторами разнонаправленного воздействия на региональное развитие. Концентрация объектов техногенного риска ограничивает возможность развития экологически чистых форм природопользования, усиливает проблемы сохранения культурных ландшафтов и здоровья населения. Требуется усиления экологичности окружающей среды и обеспечения безопасности в зонах подземных трубопроводов» [16].

Геоэкологические проблемы, возникающие в условиях воздействия предприятий топливно-энергетического комплекса носят многогранный, комплексный характер. По данным Министерства природных ресурсов РФ [6, 7], потери нефти и нефтепродуктов за счет аварийных ситуаций ежегодно колеблются от 17 до 20 млн. т (что составляет 7% объема добываемой нефти в стране). Без учета экономического ущерба экологический ущерб составляет 3-4 млрд. долларов. Предприятия топливно-энергетического комплекса ежегодно нарушают до 75 тыс. га земель. Из них 43% отнесено к нефтяной отрасли. 7% всех добывающих предприятий относятся к категории с высокой загрязненностью земель и 70% - со слабой и средней загрязненностью. Ежегодно эти предприятия выбрасывают в атмосферу более 2,5 млн. т загрязняющих веществ. В факелах сжигается более 6 млрд м³ попутных газов. Забирается около 740 млн. м³, пресной воды, не рекультивированы сотни отвалов с буровым шламом. В 2017г. отходы бурения составили 884 тыс. т, нефтешламы – 122 тыс. т [6].

Многогранность геоэкологических проблем добычи и транспортировки нефти требует разработки комплексных подходов к исследованию экологической обстановки в нефтедобывающих регионах. Комплексную методику оценки и прогноза экологического состояния района Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции приводят Б.И. Кочуров и А.В. Антипова [9]. Комплексное освоение ресурсов ландшафтно-геоэкологических систем территории рассматривается как формирование здесь регионального межотраслевого нефтегазопромышленного комплекса с увязкой экономических, социальных и экологических условий с учетом интересов коренного населения, ведущего традиционное хозяйство. Современные геоэкологические проблемы Тимано-Печорского региона сформировались под влиянием набора природных и антропогенных факторов, среди которых наиболее важную роль играют минеральные (нефть и газ) и биотические ресурсы, а также низкая устойчивость природных ландшафтов к техногенным нагрузкам.

За счет прямых отводов лесных земель под нефтеразработки, нефтепроводы, транспортное строительство территориальные нарушения в районах старых промыслов оцениваются в 23-25% [9]. Воздействие нефтяного комплекса на среду приводит к тому, что лесные и тундровые ландшафты утрачивают свои ресурсовоспроизводящие и средозащитные функции, а также способность к самовосстановлению. Спектр воздействий на территорию основных объектов добычи и транспортировки нефти (буровые скважины, площадки нефтяных месторождений, магистральные трубопроводы, дороги с искусственным покрытием и др.) включает отчуждение территорий под сооружения, механические нарушения поверхности, создание искусственных субстратов, механическое нарушение почвенно-растительного покрова, изменение снегонакопления и распределения поверхностного стока и грунтовых вод, тепловые выбросы в атмосферу и грунт, нарушение вечной мерзлоты,

заболачивание, разливы нефти при аварии, снижение ресурсов животного мира, нарушение путей миграции диких животных и др. Начиная с 70-х годов 20 в., вместе с развитием нефтегазового комплекса (ареалы геологоразведки, разработка месторождений и др.) началось ухудшение качества речных вод привело к снижению запасов рыбных ресурсов, так уловы атлантического лосося (семги) снизились в 14 раз на реке Мезень и в 3 раза - на реке Печора [9].

В этих условиях антропогенная нагрузка должна соответствовать природным возможностям территории и не вызывать острых экологических противоречий и экологических проблем, приводящих к ухудшению условий жизни населения истощению природных ресурсов. В соответствии с этим при эколого-географическом анализе территории необходимо решение следующих задач:

- анализ природных особенностей территории с выделением наиболее важных элементов, влияющих на условия жизни населения и сохранность природно-ресурсного потенциала;
- оценка взаимодействия существующих и проектируемых технических элементов нефтегазового комплекса с природной средой с учетом возможных неблагоприятных экологических последствий;
- выявление существующих и перспективных пространственных (территориальных) соотношений между нефтегазодобытками и другими видами использования земель;
- определение экологических природоохранных проблем, возникающих при освоении территорий и поиск путей их решения [9].

Поэтому на стадии проектных разработок, программ нового освоения нефтяных месторождений должны учитываться вопросы трансформации структуры природопользования, возможных экологических противоречий и проблем. Оценка ущербов должны быть проведены с особой тщательностью с позиций экономических и экологических факторов в целях поддержания качества среды обитания [9].

Таким образом, разработка месторождений нефти и ее транспортировка охватывает значительную часть регионов России и является важным фактором изменения природной среды. Развитие природно-антропогенных процессов, влияющих на функционирование и экологическое состояние ландшафтов приводит к формированию особых ландшафтно-геоэкологических систем, под которыми понимается сочетание природно-антропогенных комплексов со сходными ландшафтно-экологическими условиями, с функцией добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов, однотипными антропогенными воздействиями и геоэкологическими последствиями.

Наибольший интерес вызывают сильноизмененные ландшафтно-геоэкологические системы горнодобывающей промышленности с преобладанием глубокой трансформации территории, часто необратимыми природно-антропогенными изменениями в условиях открытого способа

разработки. Технологии добычи нефтепродуктов определяют уровень трансформации природных компонентов и ландшафтно-экологических систем в целом. Многообразное антропогенное воздействие проявляется в виде: прямого уничтожения природных ландшафтно-экологических систем в результате разработки нефтяных месторождений и строительства объектов инфраструктуры; фрагментации природных ландшафтов; загрязнения всех компонентов природного комплекса (нефтью при эксплуатации и аварийных разливах, буровыми растворами, нефтешламами и др.); нарушению биологического круговорота и системных связей в биотической части экосистем, а также усиления ряда природно-антропогенных процессов (заболачивания, эрозии, суффозии, накопления парниковых газов в атмосфере и др.).

Развитие трубопроводной сети, транспортирующей нефтепродукты, способствует формированию ландшафтно-геоэкологических систем «транспортных энергокоридоров», занимающих значительные площади и являющихся дополнительным источником потенциальной экологической опасности.

Многогранность и сложность геоэкологических проблем добычи и транспортировки нефти требует разработки комплексных подходов к исследованию экологической обстановки в нефтедобывающих регионах. В соответствии с этим при эколого-географическом анализе территории необходимо рассмотрение территории района добычи и транспортировки нефти как комплекса ландшафтно-геоэкологических систем, находящихся под воздействием сложных природно-антропогенных процессов, с оценкой взаимодействия существующих и проектируемых технических элементов нефтегазового комплекса с природной средой и учетом возможных неблагоприятных экологических последствий, определением природоохранных проблем, возникающих при освоении территорий и поиск путей их решения.

Выявление сходных природно-антропогенных процессов, однотипных геоэкологических последствий позволяют прогнозировать уровень трансформации природной среды и разрабатывать природоохранные рекомендации в ходе решения геоэкологических проблем.

Список литературы

1. Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Эколого-геохимическая трансформация зоны гипергенеза под влиянием нефтедобывающего комплекса // Геоэкология. 2014. №3. С. 195-206.
2. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем. М., 2002

3. Башкин В.Н. Биогеохимические циклы в тундровых экосистемах импактных зон газовой индустрии // Геохимия. 2017. №10. С.954-966.
4. Бетелин В.Б., Юдин В.А., Афанаскин И.В., Вольпин С.Г., Кац Р.М., Королёв А.В. Создание отечественного термогидросимулятора – необходимый этап освоения нетрадиционных залежей углеводородов России. – М.: ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, 2015. – 206 с.
5. Глазовская М.А. Почвенно-геохимическое картографирование для оценки устойчивости среды // Почвоведение, 1992. №6. С.5-14.
6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017г.». М. 2018
7. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011г.». М. 2011
8. Влияние различных видов антропогенного воздействия на эмиссию парниковых газов в мерзлотных экосистемах / Карелин Д.В. и др. // Доклады Академии наук. 2017. Т.477. №5. С. 610-612.
9. Кочуров Б.И., Антипова А.В., Буторин Д.А. Экологически безопасное развитие Тимано-Печорского региона // Экология и промышленность России. М. 1997. С. 36-41.
10. Курчиков А.Р., Вашурина М.В. Аспекты экологической безопасности при эксплуатации водозаборов пресных подземных вод на месторождениях нефти Западной Сибири // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2016. №1. С.21-27.
11. Мамаева Н.Л., Петров С.А. Качество водных ресурсов Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2016. №4. С.125-129.
12. Московченко Д.В. Геохимия ландшафтов севера Западно-Сибирской равнины: структурно-функциональная организация вещества геосистем и проблемы экодиагностики. Автореф. дис. на соискание ученой степени докт. геогр. наук. Санкт-Петербургский государственный университет, 2010, 33с.
13. Романова Э.П. Геоэкологический анализ современных ландшафтов суши // Функционирование и современное состояние ландшафтов. М. 2002. С.352-361.
14. Тихомиров О.А., Шерстнева Н.С. Экологическая география России. Тверь–Клин. 2005. 171с.
15. Хисамов Р.С., Гатиятуллин Н.С., Шаргородский И.Е. / Минерально-сырьевая база природных битумов республики Татарстан и ее освоение // Природные битумы и тяжелые нефти: сб. статей. Санкт-Петербург. 2006. С. 287-300.
16. Яковлева С.И. Экологические транспортные проблемы Тверского региона и техногенные риски регионального развития. Вестн.

Твер. гос. ун-та. Серия «География и геоэкология». 2017. №1. С.76-87.

17. Яценко И.Г. Нефтяные ресурсы криолитозоны России (обзор) // Известия Коми научного центра: сб. статей / УрО РАН. Сыктывкар, 2017. Вып. 31. – 61с.

GEOENVIRONMENTAL PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF DEPOSITS AND TRANSPORTATION OF OIL

O. A. Tikhomirov¹, E. A. Tikhomirova²

¹Tver State University

² St. Petersburg mining University, St. Petersburg

The article deals with modern geoeological problems of development of oil deposits, its transportation and impact on the environment. The concept of geoeological problems, the definition of landscape-geoeological system. The study of anthropogenic changes suggests the use of ecological and geographical analysis of landscape-geoeological systems.

Keywords: *geoeological problems, natural and anthropogenic processes, landscape and geoeological systems, modern technologies of development of deposits, superheavy oil, impact on the environment*

Об авторах:

ТИХОМИРОВ Олег Алексеевич – заведующий кафедрой физической географии и экологии ТвГУ, доктор географических наук, профессор, tikhomirova@mail.ru

ТИХОМИРОВА Елизавета Алексеевна – студентка нефтегазового факультета Санкт-Петербургского горного университета, г. Санкт-Петербург, telizabet74@gmail.com